安徽大学 20 20 —20 21 学年第 1 学期

《 大学物理 A（下） 》期中考试试卷参考答案及评分标准

一、选择题（每小题 2 分，共 20 分）

1-10． C C A D B D C A B D

二、填空题（每小题 4 分，共 20 分）

11． σ/ε_0 ， $mg\varepsilon_0/\sigma$.(每空 2 分)

12． $Q/4\pi\varepsilon_0 R$ ， $Q^2/8\pi\varepsilon_0 R$. (每空 2 分)

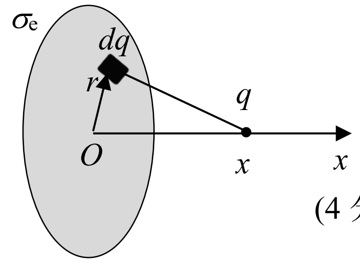
13． $\mu_0 nI$.

14． $\pi BR^2\cos\theta/2$ ， $\pi BIR^2\sin\theta/2$. (每空 2 分)

15． $\varepsilon_r\varepsilon_0 S/d$.

三、计算题（共 50 分）

16.（本题 20 分）



解：(1) 在圆盘上半径为 r 处构建一个面元 $dS = rdrd\theta$,

此面元对应的 $dq = \sigma dS = \sigma rdrd\theta$. (4 分)

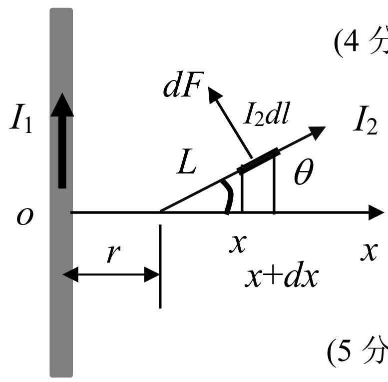
dq 在 x 处产生的电势 $dU(x) = \frac{dq}{4\pi\varepsilon_0\sqrt{r^2+x^2}} = \frac{\sigma rdrd\theta}{4\pi\varepsilon_0\sqrt{r^2+x^2}}$, (4 分)

根据电势叠加原理，$U(x) = \int_0^{2\pi} d\theta \int_0^R \frac{\sigma rdr}{4\pi\varepsilon_0\sqrt{r^2+x^2}} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left(\sqrt{R^2+x^2}-x\right)$ (4 分)

(2) 在 $x = 0$ 处，$U(0) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}R$；$x = R$ 处，$U(R) = \frac{(\sqrt{2}-1)\sigma}{2\varepsilon_0}R$. (4 分)

因此，电场力做功为 $q\Delta U = q[U(0)-U(R)] = \frac{(2-\sqrt{2})\sigma q}{2\varepsilon_0}R$. (4 分)

17.（本题 20 分）



解：在 L 上截取一段电流源 I_2dl，对应的坐标为 x.

先计算 I_1 在该处的磁感应强度 $B(x)$.

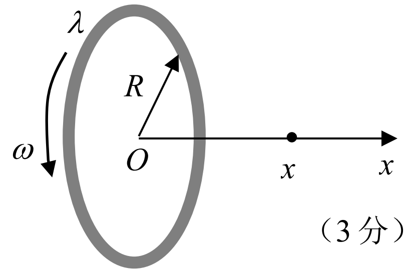
根据安培环路定理知$B(x) = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi x}$. (5 分)

I_2dl 受到的力 $\boldsymbol{dF} = I_2 d\boldsymbol{l} \times \boldsymbol{B}(x)$，写出标量式为$dF = I_2 dlB(x) = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi x}dl$ (5 分)

作积分变换，$dl = dx/\cos\theta$，于是$dF = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi x\cos\theta}dx$ (5 分)

所以，$F = \int_r^{r+L\cos\theta} \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi x\cos\theta}dx = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi\cos\theta}\ln\frac{r+L\cos\theta}{r}$ (5 分)

18.（本题 10 分）

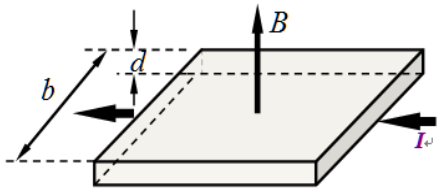


解：由于旋转，可以将带电圆环设想为一个电流环，电流为 $I=\frac{dq}{dt}=\frac{2\pi R\lambda}{T}=\omega R\lambda$ （3 分）

在电流环上截取一段电流源 $Idl=\omega R\lambda dl$，根据毕奥-萨法尔定律和对称性分析，载流圆环在 x 处产生的磁感应强度只沿 x 轴方向，

$$dB=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Idl}{R^2+x^2}cos\alpha=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{\omega R\lambda dl}{R^2+x^2}\frac{R}{\sqrt{R^2+x^2}}.$$ （5 分）

所以，$B(x)=\int_0^{2\pi R}\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{\omega R\lambda dl}{R^2+x^2}\frac{R}{\sqrt{R^2+x^2}}=\frac{\mu_0}{2}\frac{\omega\lambda R^3}{(R^2+x^2)^{3/2}}.$ （2 分）



四、证明题（本题 10 分）

19.

证明：设载流子的漂移速度为 v，洛伦兹力与电场力平衡有

$$qE=q\frac{U_{\mathrm{H}}}{b}=qvB$$ (4 分)

又因为 $I=jS=(nqv)(bd)\ \rightarrow\ v=\frac{I}{nqbd}$ (4 分)

所以导出 $U_H=\frac{1}{nq}\frac{IB}{d}$ (2 分)

即有 $R_H=\frac{1}{nq}$